



TUGAS AKHIR - SS 145561

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI
HINGED SPRING DI PT. X BEKASI**

CHANG BUDI ARIYADI
NRP 1314 030 089

Dosen Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

DEPARTEMEN STATISTIKA BISNIS
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - SS 145561

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI
HINGED SPRING DI PT. X BEKASI**

CHANG BUDI ARIYADI
NRP 1314 030 089

Dosen Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

DEPARTEMEN STATISTIKA BISNIS
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT - SS 145561

CAPABILITY PROCESS ANALYSIS OF *HINGED SPRING* IN PT. X BEKASI

CHANG BUDI ARIYADI
NRP 1314 030 089

Supervisor
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

DEPARTMENT OF BUSINESS STATISTICS
Faculty of Vocational
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI
***HINGED SPRING* DI PT. X BEKASI**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya pada
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :
CHANG BUDI ARIYADI
NRP 1314 030 089


SURABAYA, JULI 2017

Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir



Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.
NIP. 19610311 198701 2 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi ITS



Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si.
NIP. 19740328 199802 1 001



ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI *HINGED SPRING* DI PT PT. X BEKASI

Nama Mahasiswa : Chang Budi Ariyadi
NRP : 1314 030 089
Departemen : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Abstrak

PT. X merupakan perusahaan manufaktur terbesar dan terkemuka yang bergerak di bidang Komponen Elektronik, dimana salah satu komponen produk relay yang memiliki peranan cukup penting adalah Hinged Spring dengan karakteristik kualitas variabel yaitu angle dalam. Perusahaan menentukan kualitas terhadap produk Hinged Spring selama ini hanya menggunakan checksheet dengan spesifikasi yang telah ditentukan berdasarkan turunan drawing product. Dari hasil pemeriksaan tersebut belum pernah dilakukan evaluasi dengan menggunakan analisis kapabilitas proses sehingga tidak diketahui apakah hasil proses produksi sudah kapabel atau tidak. Hasil analisis kapabilitas proses Hinged Spring pada periode April 2017 dimana sebelumnya dilakukan pengendalian kualitas statistika dengan peta $\bar{x} - S$ diketahui bahwa proses telah terkendali secara statistika namun tidak kapabel. Akar penyebab dari ketidaksesuaian angle dalam pada produk Hinged Spring cenderung disebabkan oleh faktor mesin yang bermasalah dan faktor metode set up mesin yang kurang jelas.

Kata Kunci : *Hinged Spring, Kapabilitas Proses, Pengendalian Kualitas Statistika*

Halaman ini sengaja dikosongkan

CAPABILITY PROCESS ANALYSIS OF *HINGED SPRING* IN PT. X BEKASI

Student Name : Chang Budi Ariyadi
NRP : 1314 030 089
Department : Business Statistics Faculty of Vocational
ITS
Supervisor : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Abstract

PT. X is the largest and leading manufacturing company engaged in the Electronic Components, where one component of relay products that have an important role is Hinged Spring with variable quality characteristics of the angle in. The company determines the quality of the Hinged Spring product so far only uses checksheets with specified specifications based on the drawing product derivative. From the results of the examination has not been done the evaluation by using process capability analysis so it is not known whether the production process is already capable or not. The result of Hinged Spring process capability analysis in April 2017 period which previously conducted statistical quality control with $\bar{x}-S$ chart known that process has been controlled statistically but not capable. The root cause of angle disproportions in Hinged Spring products is likely to be caused by problematic machine factors and less obvious set up methods

Keywords : *Capability Process, Hinged Spring, Quality Control*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Kapabilitas Proses Produksi *Hinged Spring* di PT. X Bekasi”**. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT, selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing dan memberi arahan, saran, serta dukungan yang sangat besar bagi penulis hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dra. Lucia Aridinanti, MT selaku dosen penguji dan Ibu Mike Prastuti, S.Si., M.Si selaku dosen penguji sekaligus validator yang telah memberikan motivasi dan saran untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si, selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis yang telah memberi dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku Kepala Program Studi Diploma III yang telah memberi semua informasi dan memberi motivasi penulis selama menjadi mahasiswa.
5. Seluruh dosen Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah memberikan bekal ilmu dan memfasilitasi selama penulis menempuh masa perkuliahan, beserta seluruh karyawan Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah membantu kelancaran dan kemudahan dalam pelaksanaan kegiatan perkuliahan.
6. Bapak Senja Budi Kusuma selaku pembimbing lapangan di PT. X Bekasi yang selalu memberikan bimbingan dan

membagi pengalaman bagi penulis selama pengambilan data untuk Tugas Akhir.

7. Alm. Ibu Sri Nanik dan Bapak Slamet Sudjariyanto, serta keluarga atas iringan doa, kasih sayang, teladan, kesabaran, dukungan, motivasi, semangat, rasa pantang menyerah dan segalanya yang senantiasa selalu diberikan kepada penulis hingga mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan mudah dan lancar.
8. Seseorang atas bantuan, dukungan dan kesetiiaannya kepada penulis hingga penulis selalu merasa bahagia dalam kehidupan sehari-hari.
9. Keluarga besar HIMADATA-ITS khususnya para fungsionaris periode 2016/2017 yang selalu memberikan toleransi dan mau mendengarkan keluh kesah penulis.
10. Keluarga σ^201 PIONEER ITS 2014 yang telah bekerja sama dengan baik selama penulis menempuh masa perkuliahan, serta memberikan pengalaman dan kenangan yang berharga bagi penulis.
11. Semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat dan dapat menambah wawasan keilmuan bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TITTLE PAGE	iii
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Peta Kendali Variabel.....	5
2.1.1 Asumsi Distribusi Normal.....	6
2.1.2 Peta Kendali S	6
2.1.3 Peta Kendali \bar{x}	9
2.2 Kapabilitas Proses	11
2.2.1 Indeks Kapabilitas Proses.....	12
2.3 Membandingkan Dua Populasi	12
2.3.1 Membandingkan <i>Mean</i> Dua Populasi	12
2.3 Diagram <i>Ishikawa</i>	14
2.3 Produk PT. X.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Variabel Penelitian	17
3.2 Teknik Pengambilan Sampel.....	17
3.3 Langkah Analisis.....	18
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakteristik Data	21

4.2	Pengendalian Kualitas Statistika	22
4.2.1	Pengendalian Kualitas Statistika <i>Angle</i> Dalam Fase I.....	22
4.2.2	Pengendalian Kualitas Statistika <i>Angle</i> Dalam Fase II.....	27
4.3	Membandingkan <i>Mean</i> Dua Populasi.....	30
4.4	Indeks Kapabilitas Proses.....	31
4.4.1	Penentuan Indeks Kapabilitas Proses.....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA		35
LAMPIRAN		37
BIODATA PENULIS		47

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Organisasi Data.....	11
Tabel 3.1 Struktur Data Penelitian.....	17
Tabel 4.1 Karakteristik Data <i>Angle</i> Dalam	21
Tabel 4.2 Kapabilitas Proses.....	32

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Contoh Diagram <i>Ishikawa</i>15
Gambar 2.2	Contoh Produk <i>Hinged Spring</i>16
Gambar 2.3	Karakteristik Kualitas <i>Angle</i> Dalam16
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....19
Gambar 4.1	<i>Scatterplot</i> Distribusi Normal Fase I23
Gambar 4.2	Peta Kendali <i>S</i> Fase I.....24
Gambar 4.3	Peta Kendali \bar{x} Fase I24
Gambar 4.4	Diagram <i>Ishikawa Angle</i> Dalam.....25
Gambar 4.5	Peta Kendali <i>S</i> Fase I Perbaikan26
Gambar 4.6	Peta Kendali \bar{x} Fase I Perbaikan.....27
Gambar 4.7	<i>Scatterplot</i> Distribusi Normal Fase II.....28
Gambar 4.8	Peta Kendali <i>S</i> Fase II.....29
Gambar 4.9	Peta Kendali \bar{x} Fase II30

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1.	Data Hasil Pemeriksaan Karakteristik Kualitas <i>Angle</i> Dalam Produk <i>Hinged Spring</i> Periode Bulan April 201737
Lampiran 2.	<i>Output</i> Hasil Analisis Statistika Deskriptif Karakteristik <i>Angle</i> Dalam.....39
Lampiran 3.	<i>Output</i> Hasil Analisis Dua Sampel Independen (<i>t-test</i>)39
Lampiran 4.	<i>Output</i> Hasil Analisis Asumsi Distribusi Normal40
Lampiran 5.	Perhitungan Analisis Kapabilitas Proses Produk <i>Hinged Spring</i>41
Lampiran 6.	Tabel <i>Kolmogorov-Smirnov</i>42
Lampiran 7.	Tabel Distribusi <i>t</i>43
Lampiran 8.	Tabel Faktor Guna Membentuk Grafik Pengendali Variabel43
Lampiran 9.	Surat Keterangan Perusahaan.....44
Lampiran 10.	Surat Pernyataan Keaslian Data45

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perindustrian di Indonesia mengalami sebuah persaingan yang sangat ketat baik perindustrian dari ruang lingkup apapun, hal ini menyebabkan suatu perusahaan harus mengelola manajemennya dan berkomitmen dengan baik sehingga tidak kalah saing dengan perusahaan dengan produk sejenis. Mulai dari bagaimana perusahaan tersebut mengelola bahan baku, hingga terbentuknya suatu produk yang diinginkan oleh konsumen. Salah satu perusahaan yang terjun dalam dunia bisnis di Indonesia adalah PT. X yang merupakan perusahaan manufaktur terbesar dan terkemuka yang bergerak di bidang Komponen Elektronik dengan berbagai standar yang tinggi. Produk-produk berkualitas yang lahir dari PT. X adalah relai, switch, konektor, *micro sensing device* dan *image sensing*. Relai adalah puncak kejayaan pengalaman bertahun-tahun didorong oleh teknologi, keahlian, dan semangat untuk mencapai keunggulan yang menghasilkan komponen elektronik berkualitas tinggi.

PT. X telah mendapatkan sertifikat ISO 9000:2015 dan ISO 14000:2016 yang memuat pengukuran, analisis dan perbaikan, sehingga perusahaan hendaknya melakukan pengukuran terhadap produk yang dihasilkan kemudian melakukan pengendalian proses produksi dengan metode yang sesuai sehingga dapat dilakukan perbaikan berkesinambungan. Dalam melakukan pengukuran terhadap kualitas produk, perusahaan melakukan sampel pemeriksaan terhadap produk yang dihasilkan dari produksi setiap harinya dengan 2 shift kerja. Dalam melakukan pengendalian kualitas, perusahaan hanya menggunakan checksheet berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan oleh pihak perusahaan namun hasil pemeriksaan tersebut belum pernah dianalisis. *Hinged Spring* merupakan salah satu komponen dari produk relai yang mempunyai peranan cukup penting bagi perusahaan sehingga perlu dilakukan analisis kapabilitas proses.

Karakteristik kualitas *Hinged Spring* tersebut bersifat variabel, yaitu *angle* dalam.

Pengendalian kualitas adalah usaha untuk mempertahankan kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijakan perusahaan. Metode statistika yang dapat digunakan dalam melakukan pengendalian kualitas proses produksi yaitu peta kendali dan kapabilitas proses. Peta kendali merupakan suatu diagram yang menggambarkan titik pengamatan dalam suatu periode tertentu yang digunakan untuk melihat kualitas hasil proses produksi apakah terkendali secara statistik dan pola penyebaran dibatasi oleh batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB). Kapabilitas proses adalah suatu teknik pengendalian kualitas yang bertujuan untuk menaksir kemampuan dari suatu proses produksi. Dalam analisis kapabilitas proses harus dilakukan pengendalian kualitas secara statistika (Montgomery, 2009).

1.2 Rumusan Masalah

Hinged Spring merupakan komponen dari produk relay yang mempunyai peranan cukup penting bagi perusahaan. Perusahaan menentukan kualitas terhadap produk *Hinged Spring* selama ini hanya menggunakan checksheet dengan spesifikasi yang telah ditentukan berdasarkan turunan *drawing product*. Dari hasil pemeriksaan tersebut belum pernah dilakukan evaluasi dengan menggunakan analisis kapabilitas proses sehingga tidak diketahui apakah hasil proses produksi *Hinged Spring* sudah kapabel atau tidak.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan kapabilitas proses produksi *Hinged Spring* pada periode bulan April 2017.
2. Mengetahui penyebab-penyebab terjadinya ketidaksesuaian *Hinged Spring* pada periode bulan April 2017.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan informasi terhadap kapabilitas proses yang ada di perusahaan saat ini agar dapat meningkatkan kualitas produk *Hinged Spring* yang diproduksi.
2. Memberikan informasi kepada perusahaan berdasarkan akar penyebab terjadinya ketidaksesuaian pada produk *Hinged Spring* agar dapat melakukan perbaikan berkesinambungan.

1.5 Batasan Masalah

Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil pada pemeriksaan produk *Hinged Spring* yang diproduksi di PT. X dari divisi *Quality Control* (QC) pada periode bulan April 2017. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *angle* dalam produk *Hinged Spring*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pengendalian kualitas adalah usaha untuk mempertahankan kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan. Pengendalian kualitas statistika merupakan suatu metode untuk mengevaluasi kualitas hasil produksi dengan menggunakan metode-metode statistik. Salah satu metode statistik yang akan digunakan adalah peta kendali yang merupakan suatu diagram yang menggambarkan titik pengamatan dalam suatu periode tertentu, pola penyebaran dibatasi oleh batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB). Batas kendali didasarkan pada ekspektasi karakteristik kualitas masing-masing peta kendali yang digunakan.

Terdapat dua jenis karakteristik kualitas yaitu kualitas variabel dan atribut. Karakteristik kualitas variabel adalah karakteristik kualitas produk yang dinyatakan dengan besaran yang dapat diukur, sedangkan karakteristik kualitas atribut adalah karakteristik kualitas suatu produk yang dinyatakan dengan kategori tertentu. Apabila karakteristik kualitas atribut maka digunakan peta kendali atribut antara lain peta p , np , c dan u , tetapi jika karakteristik kualitas variabel maka digunakan peta kendali variabel. Peta kendali variabel ada beberapa macam, jika karakteristik kualitas hanya satu maka digunakan peta kendali $\bar{x} - R$, $\bar{x} - S$ dan peta individu, tetapi jika karakteristik kualitas yang bersifat variabel lebih dari satu dan saling dependen serta berdistribusi multivariat normal maka digunakan peta kendali *Generalized Variance* dan T^2 *Hotelling* (Montgomery, 2009).

2.1 Peta Kendali Variabel

Peta kendali variabel adalah peta kendali yang digunakan untuk pengendalian kualitas secara statistika pada

data yang diperoleh melalui pengukuran dan dinyatakan dalam skala kontinyu. Salah satu peta kendali variabel yaitu $\bar{x} - s$ yang merupakan peta kendali variabel yang digunakan untuk mengendalikan rata-rata proses (peta kendali \bar{x}) dan variabilitas proses (peta kendali s). Peta kendali $\bar{x} - s$ lebih sensitif dalam mendeteksi perubahan proses untuk sampel (n) yang besar yaitu lebih dari 10. Asumsi yang harus dipenuhi pada peta kendali $\bar{x} - s$ adalah distribusi normal (Montgomery, 2009).

2.1.1 Asumsi Distribusi Normal

Untuk mengetahui apakah suatu data pengamatan berdistribusi normal, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesis dan statistik uji pada Persamaan 2.1 (Daniel, 1989).

H_0 : $F(x) = F_0(x)$ (Data berdistribusi normal)

H_1 : $F(x) \neq F_0(x)$ (Data tidak berdistribusi normal)

Statistik uji :

$$D = \sup |S(x) - F_0(x)| \quad (2.1)$$

dimana,

\sup = *Supremum* yaitu nilai selisih terbesar

$S(x)$ = Nilai kumulatif distribusi empiris

$F_0(x)$ = Nilai kumulatif distribusi teoritis

Jika ditetapkan tingkat signifikansi sebesar α maka H_0 ditolak jika nilai statistik uji (D) > nilai tabel ($D_{n;\alpha}$), dimana nilai tabel D dapat dilihat pada Lampiran 6.

2.1.2 Peta Kendali S

Peta kendali S digunakan untuk memantau dan mengendalikan variabilitas proses yang mempunyai karakteristik kualitas berskala kontinu yang diperoleh dari hasil suatu pengukuran (Montgomery, 2009). Berikut merupakan langkah-langkah dalam membuat peta kendali S .

Jika σ tidak diketahui maka menghitung standar subgrup dari sampel yang digunakan sebagai estimator tak bias dari σ pada Persamaan 2.2.

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n-1}} \quad (2.2)$$

Jika tidak ada estimator standar deviasi untuk σ , maka harus diestimasi dengan menganalisis data terdahulu. Misalkan banyaknya subgrup awal adalah m , ukuran sampel dalam subgrup n dan variabel random s_i yang merupakan standar deviasi dari subgrup ke- i maka rata-rata dari standar deviasi masing-masing subgrup ditunjukkan pada Persamaan 2.3.

$$\bar{s} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i \quad (2.3)$$

Nilai standar deviasi dari sampel bukan estimator tak bias untuk σ . Namun, jika data mengikuti distribusi normal, maka s dapat diestimasi dengan $c_4\sigma$ dimana c_4 adalah nilai konstanta yang bergantung dengan besarnya ukuran sampel n . Nilai c_4 dapat dilihat pada tabel di Lampiran 8. Selain itu, standar deviasi dari s adalah $\sigma\sqrt{1-c_4^2}$. Nilai tersebut dapat digunakan untuk membuat peta kendali S . Secara umum, menghitung batas kendali untuk peta kendali S menggunakan Persamaan 2.4.

$$\begin{aligned} GT &= E(s_i) = \bar{s} \\ BK &= E(s_i) \pm k.\sigma_s \\ &= c_4\sigma \pm k.\sigma\sqrt{1-c_4^2} \end{aligned} \quad (2.4)$$

Jika nilai standar deviasi diestimasi dari σ maka $E(s) = c_4\sigma$, sehingga batas tengah untuk grafik pengendali adalah $c_4\sigma$. Batas kendali dari peta kendali S untuk $k=3$ ditunjukkan pada Persamaan 2.5 dan 2.6.

$$BKA = c_4\sigma + 3\sigma\sqrt{1-c_4^2} \quad (2.5)$$

$$BKB = c_4\sigma - 3\sigma\sqrt{1-c_4^2} \quad (2.6)$$

Nilai dua konstanta untuk batas kendali diatas menggunakan Persamaan 2.7 dan 2.8.

$$B_5 = c_4 - 3\sqrt{1-c_4^2} \quad (2.7)$$

$$B_6 = c_4 + 3\sqrt{1-c_4^2} \quad (2.8)$$

Parameter peta kendali s dengan nilai standar untuk σ ditunjukkan pada Persamaan 2.9 - 2.11.

$$BKA = B_6\sigma \quad (2.9)$$

$$GT = c_4\sigma \quad (2.10)$$

$$BKB = B_5\sigma \quad (2.11)$$

Nilai B_5 dan B_6 merupakan nilai koefisien peta kendali s yang diperoleh berdasarkan ukuran sampel n dimana nilai tersebut dapat dilihat pada tabel di Lampiran 8.

Nilai statistik $\frac{\bar{s}}{c_4}$ merupakan estimator tak bias dari σ

sehingga parameter peta kendali S dengan $k=3$ ditunjukkan pada Persamaan 2.12.

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{s} + 3\frac{\bar{s}}{c_4}\sqrt{1-c_4^2} \\ GT &= \bar{s} \\ BKB &= \bar{s} - 3\frac{\bar{s}}{c_4}\sqrt{1-c_4^2} \end{aligned} \quad (2.12)$$

Seringkali nilai konstanta untuk batas kendali tersebut diperoleh dari Persamaan 2.13 dan 2.14.

$$B_3 = 1 - \frac{3}{c_4}\sqrt{1-c_4^2} \quad (2.13)$$

$$B_4 = 1 + \frac{3}{c_4}\sqrt{1-c_4^2} \quad (2.14)$$

Sehingga dapat diperoleh batas kendali untuk peta kendali S pada Persamaan 2.15.

$$\begin{aligned}
BKA &= B_4 \bar{s} \\
GT &= \bar{s} \\
BKB &= B_3 \bar{s}
\end{aligned} \tag{2.15}$$

dimana nilai $B_4 = \frac{B_6}{C_4}$ dan $B_3 = \frac{B_5}{C_4}$. Nilai B_4 dan B_3 dapat dilihat pada tabel di Lampiran 8.

Jika dalam peta kendali S terdapat data *out of control* maka dilakukan pengendalian dengan mencari penyebabnya kemudian membuat peta kendali S baru dengan mengeluarkan data tersebut. Setelah peta kendali S terkendali maka dapat dilakukan pengendalian *mean* proses dengan peta kendali \bar{x} .

2.1.3 Peta Kendali \bar{x}

Setelah variabilitas proses dari peta kendali S terkendali maka dapat dilakukan pengendalian *mean* proses dengan peta kendali \bar{x} . Peta kendali \bar{x} digunakan untuk memantau *mean* proses yang mempunyai karakteristik kualitas berskala kontinyu yang diperoleh dari hasil suatu pengukuran (Montgomery, 2009). Berikut merupakan langkah-langkah dalam membuat peta kendali \bar{x} .

Jika variabel randomnya adalah x_i maka nilai rata-rata dari masing-masing subgrup dapat dihitung dengan Persamaan 2.16.

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij} \tag{2.16}$$

Jika variabel randomnya adalah \bar{x}_i maka rata-rata dari rata-rata subgrup dapat dihitung dengan Persamaan 2.17.

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_i \tag{2.17}$$

Suatu variabel random \bar{X}_i seperti pada Tabel 2.1 diperoleh nilai estimasi dari μ yaitu $\bar{\bar{x}}$, maka nilai batas

kendali untuk peta kendali \bar{x} dalam bentuk umum ditunjukkan pada Persamaan 2.18.

$$\begin{aligned} GT &= E(\bar{x}) = \bar{\bar{x}} \\ BK &= E(\bar{x}) \pm k \cdot \sigma_{\bar{x}} \\ &= \bar{\bar{x}} \pm k \cdot \frac{\bar{s}}{c_4 \sqrt{n}} \end{aligned} \quad (2.18)$$

Saat $\frac{\bar{s}}{c_4}$ digunakan sebagai estimator σ , maka didapatkan batas kendali \bar{x} dengan $k=3$ pada Persamaan 2.19.

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{\bar{x}} + \frac{3\bar{s}}{c_4 \sqrt{n}} \\ GT &= \bar{\bar{x}} \\ BKB &= \bar{\bar{x}} - \frac{3\bar{s}}{c_4 \sqrt{n}} \end{aligned} \quad (2.19)$$

Seringkali digunakan nilai konstanta $A_3 = \frac{3}{(c_4 \sqrt{n})}$

dimana nilai tersebut menggunakan $k=3$ sehingga batas kendali untuk peta kendali \bar{x} dapat dirumuskan pada Persamaan 2.20.

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{\bar{x}} + A_3 \bar{s} \\ GT &= \bar{\bar{x}} \\ BKB &= \bar{\bar{x}} - A_3 \bar{s} \end{aligned} \quad (2.20)$$

dimana nilai konstantas $B3$, $B4$, dan $A3$ untuk peta kendali \bar{x} dan S didasarkan pada data masa lalu dengan melihat dari ukuran sampel n . Nilai tersebut dapat dilihat pada tabel di Lampiran 8.

Jika dalam peta kendali \bar{x} terdapat data *out of control* maka dilakukan pengendalian dengan mencari penyebabnya

kemudian membuat peta kendali \bar{x} baru dengan mengeluarkan data tersebut.

Tabel 2.1 Organisasi Data

Subgrup	Ukuran Sampel						\bar{X}	S
	X_1	X_2	...	X_j	...	X_n		
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1n}	\bar{x}_1	s_1
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2n}	\bar{x}_2	s_2
:	:	:	:	:	:	:	:	:
i	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{in}	\bar{x}_i	s_i
:	:	:	:	:	:	:	:	:
m	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{mj}	...	x_{mn}	\bar{x}_m	s_m
Rata-rata							$\bar{\bar{X}}$	\bar{S}

2.2 Kapabilitas Proses

Jika suatu proses sudah terkendali secara statistika maka selanjutnya dapat dilakukan analisis kapabilitas proses. Kapabilitas proses merupakan suatu teknik pengendalian kualitas yang bertujuan untuk menaksir kemampuan dari suatu proses produksi. Tujuan dari kapabilitas proses adalah untuk mengetahui seberapa baik suatu proses dapat menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi (Montgomery, 2009).

Kapabilitas proses merupakan bagian yang sangat penting dari keseluruhan program peningkatan kualitas guna menaksir kemampuan proses. Asumsi yang harus dipenuhi dalam analisis kapabilitas proses adalah proses telah terkendali secara statistika, apabila proses tidak terkendali secara statistika maka proses tidak dapat diperkirakan kemampuannya. Kapabilitas proses digunakan untuk memprediksi kinerja jangka panjang yang berada dalam batas pengendalian proses statistik. Proses dikatakan kapabel jika presisi dan akurasi proses tinggi. Presisi adalah kedekatan antara pengamatan satu dengan pengamatan lainnya yang ukurannya dapat ditunjukkan oleh variabilitas (σ), sedangkan

akurasi adalah kedekatan antara pengamatan dengan batas spesifikasi (Pyzdek, 2003).

2.2.1 Indeks Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses untuk data yang memiliki karakteristik kualitas variabel dapat diukur melalui nilai C_p untuk presisi dan C_{pk} untuk akurasi yang dijelaskan sebagai berikut (Montgomery, 2009).

Presisi adalah kedekatan antara pengamatan satu dengan yang lainnya. Presisi dikatakan tinggi jika nilai $C_p \geq 1$.

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6\sigma} \quad (2.21)$$

Akurasi adalah kedekatan antara pengamatan dengan batas spesifikasi. Akurasi dikatakan tinggi jika nilai $C_{pk} \geq 1$

$$C_{p_U} = \frac{BSA - \mu}{3\sigma}$$

$$C_{p_L} = \frac{\mu - BSB}{3\sigma} \quad (2.22)$$

$$C_{pk} = \min(C_{p_U}, C_{p_L})$$

dimana,

C_p = Indeks potensial proses

C_{p_U} = Indeks potensial proses dengan batas kendali atas

C_{p_L} = Indeks potensial proses dengan batas kendali bawah

C_{pk} = Indeks *performance* proses

BSA = Batas spesifikasi atas

BSB = Batas spesifikasi bawah

2.3 Membandingkan Dua Populasi

Membandingkan dua populasi dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan proses antara populasi satu dengan populasi lainnya. Metode yang dapat digunakan yaitu *t-test* untuk membandingkan *mean* proses dua populasi.

2.3.1 Membandingkan Mean Dua Populasi

Biasanya dalam melakukan penelitian digunakan dua sampel atau lebih sebagai objek penelitiannya. Salah satu

analisis analisis yang digunakan untuk membandingkan *mean* dua populasi adalah uji *t* untuk dua populasi yang saling bebas. Uji *t* digunakan untuk mengetahui ada atau tidak adanya perbedaan (kesamaan) rata-rata antara dua populasi (Montgomery, 2009). Pengujian *t* dimana varians populasi tidak diketahui, jumlah sampel berbeda dan varians kedua populasi dianggap sama dengan memenuhi asumsi distribusi normal adalah sebagai berikut.

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ (Tidak ada perbedaan rata-rata antara populasi 1 dan populasi 2)

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ (Ada perbedaan rata-rata antara populasi 1 dan populasi 2)

Statistik uji :

$$t = \frac{\bar{\bar{X}}_1 - \bar{\bar{X}}_2}{s_p \sqrt{\frac{1}{nm_1} + \frac{1}{nm_2}}} \quad (2.23)$$

dengan,

$$s_p = \sqrt{\frac{(nm_1 - 1)s_1^2 + (nm_2 - 1)s_2^2}{nm_1 + nm_2 - 2}}$$

dimana,

$\bar{\bar{X}}_1$ = Rata-rata sampel populasi 1

$\bar{\bar{X}}_2$ = Rata-rata sampel populasi 2

S_1 = Standar deviasi populasi 1

S_2 = Standar deviasi populasi 2

s_p = S_{pooled} yaitu gabungan dua standar deviasi

$n m_1$ = Banyaknya sampel populasi 1

$n m_2$ = Banyaknya sampel populasi 2

Jika ditetapkan tingkat signifikansi sebesar α maka H_0 ditolak jika $t < -t_{(\alpha/2; nm_1 + nm_2 - 2)}$ atau $t > t_{(\alpha/2; nm_1 + nm_2 - 2)}$ dimana nilai tabel *t* dapat dilihat pada Lampiran 7.

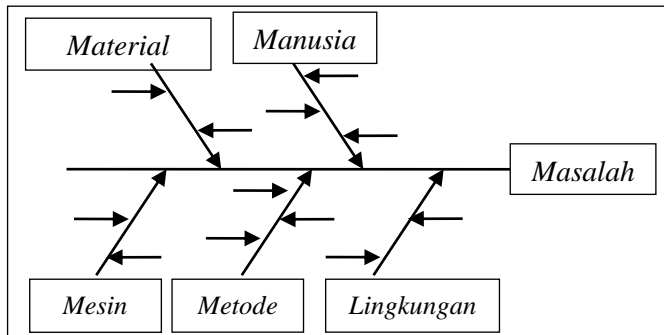
2.4 Diagram *Ishikawa*

Diagram *ishikawa* disebut juga dengan diagram tulang ikan atau diagram sebab akibat. Diagram *ishikawa* merupakan suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara akibat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya. Diagram ini digunakan untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang dapat mempengaruhi kualitas suatu produk. Selain itu, diagram ini juga digunakan untuk memperlihatkan faktor-faktor terperinci yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada faktor utama yang dapat mempengaruhi kualitas suatu produk. Pada umumnya di dalam proses produksi terdapat lima hal penyebab terjadinya masalah yaitu manusia, material, metode, mesin, dan lingkungan. Manfaat dari diagram *ishikawa* adalah dapat mengidentifikasi sebab terjadinya masalah dan membantu mengantisipasi timbulnya suatu masalah (Montgomery, 2009).

Langkah-langkah dalam membuat diagram *ishikawa* adalah sebagai berikut.

1. Menentukan masalah atau akibat yang dianggap kritis dan penting kemudian meletakkan pada bagian kepala ikan.
2. Menentukan faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya masalah atau akibat kritis tersebut.
3. Menuliskan faktor-faktor penyebab utama yang mempengaruhi masalah kualitas sebagai tulang besar. Kategori-kategori penyebab utama dapat dikembangkan ke dalam pengelompokan dari faktor-faktor yaitu manusia, material, metode, mesin, dan lingkungan.
4. Menuliskan penyebab-penyebab sekunder yang mempengaruhi penyebab utama yang dinyatakan sebagai tulang sedang.

Contoh diagram *ishikawa* ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Contoh Diagram Ishikawa

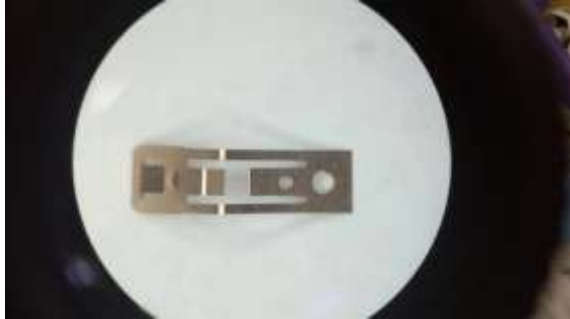
2.5 Produk PT. X

PT. X menggunakan teknologi pemrosesan termal dan material baru yang memberikan kualitas yang tinggi, keandalan serta kinerja yang tinggi di semua bidang seperti telekomunikasi, industri, peralatan rumah tangga, kesehatan, dan otomotif. PT. X merancang dan memproduksi komponen elektronik dengan kualitas, presisi dan kinerja yang tinggi. Komponen elektronik dalam produksi perlengkapan dan peralatan adalah relay, switch, konektor dan sensor.

Relay adalah salah satu komponen yang termasuk dalam saklar. Hanya bedanya, relay ini bekerja secara otomatis, yaitu memanfaatkan azas kemagnetan yang terkena aliran listrik. Biasanya relay dibungkus dengan sebuah muka berbentuk kubus yang tembus pandang. Relay merupakan saklar magnetik yang memiliki nilai resistansi dan tegangan kerja tertentu, misalnya relay dengan resistansi 400 ohm dan tegangan 12 volt artinya relay tersebut akan aktif jika diberi bias 12 volt dengan arus $V/R = 12/400 = 3 \text{ mAh}$. Relay digunakan untuk mengontrol tegangan AC, contoh paling sering kita temui seperti implementasikan pada rangkaian lampu penerangan jalan otomatis. Relay mempunyai beberapa komponen diantara *hinged spring*, terminal, spool, dll.

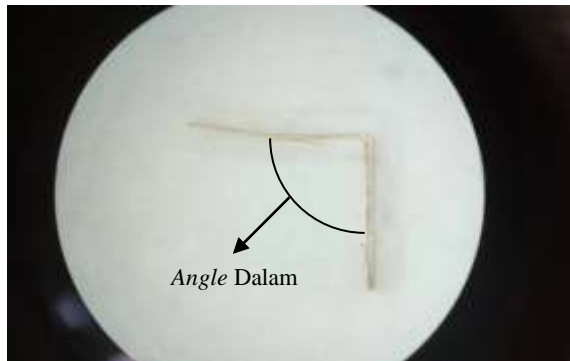
Hinged spring merupakan komponen yang mempunyai peranan penting dalam produk relay. *Hinged Spring* berfungsi

untuk *return* atau *spring back*, dimana fungsinya kurang lebih seperti pegas. Contoh produk *Hinged Spring* ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Contoh Produk *Hinged Spring*

Karakteristik kualitas *angle* dalam ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Karakteristik Kualitas *Angle* Dalam

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

Variabel yang dijadikan sebagai karakteristik kualitas adalah *angle* dalam, yang digunakan untuk mengontrol jarak antara *armature* dengan *spool*. *Angle* dalam merupakan variabel paling berpengaruh terhadap karakteristik perakitan *Hinged Spring* dibandingkan variabel yang lain, dikarenakan jika *angle* dalam tidak sesuai maka akan mempengaruhi radius sehingga karakteristik perakitan *Hinged Spring* tidak sesuai turunan *drawing product*. Alat yang digunakan untuk mengukur *angle* dalam *Hinged Spring* adalah *measuring scope nikon mm 44* dengan spesifikasi 89 – 91 derajat. Peta kendali yang digunakan untuk pengendalian kualitas statistika *angle* dalam adalah peta kendali $\bar{x} - S$ dikarenakan *angle* dalam merupakan karakteristik kualitas produk yang bersifat variabel dan menggunakan ukuran sampel n sebanyak 15. Struktur data yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan karakteristik kualitas variabel ditunjukkan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Struktur Data Penelitian

Subgrup	Ukuran Sampel				\bar{X}	S
	X_1	X_2	...	X_{15}		
1	x_{11}	x_{12}	...	$x_{1\ 15}$	\bar{x}_1	s_1
2	x_{21}	x_{22}	...	$x_{2\ 15}$	\bar{x}_2	s_2
:	:	:	:	:	:	:
20	$X_{20\ 1}$	$X_{20\ 2}$...	$X_{20\ 15}$	\bar{x}_{20}	s_{20}
	Rata-rata				$\bar{\bar{x}}$	\bar{s}

dimana, ukuran subgrup sebanyak 15 sampel dengan jumlah subgrup sebanyak 20 *shift*.

3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari pemeriksaan produk *Hinged Spring* dari divisi *Quality Control* (QC) pada periode bulan

April 2017. Surat keterangan perusahaan dan surat pernyataan keaslian data dapat dilihat pada Lampiran 9 dan 10. Hari kerja di PT. X mulai dari hari Senin hingga Jum'at yang dibagi menjadi 2 *shift* dalam satu hari, yaitu *shift* 1 pukul 07.00 – 16.00 WIB dan *shift* 2 pukul 16.00 – 23.00 WIB, dimana pengambilan sampel dilakukan setiap *shift*. Banyaknya sampel yang diambil yaitu sebanyak 1 kali setiap 5000 produk dan setiap *shift* memproduksi 75000 produk, sehingga sampel yang diambil setiap *shift* sebanyak 15 sampel. Subgrup yang digunakan yaitu *shift* dikarenakan terdapat produksi didalam setiap *shift*. Data yang digunakan pada penelitian ini untuk fase I diambil pada tanggal 3 – 14 April 2017 sehingga diperoleh sebanyak 20 subgrup dan fase II diambil pada tanggal 17 – 28 April 2017 sehingga diperoleh sebanyak 20 subgrup.

3.3 Langkah Analisis

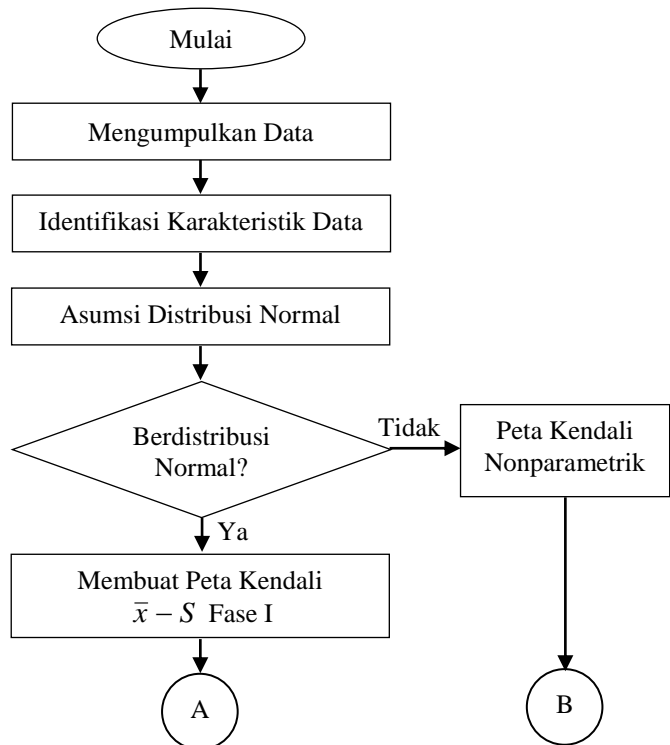
Langkah analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data hasil pemeriksaan produk *Hinged Spring* di PT. X pada bulan April 2017.
2. Mengidentifikasi karakteristik data menggunakan statistika deskriptif.
3. Melakukan analisis pengendalian kualitas statistika produk *Hinged Spring* berdasarkan *angle* dalam.
 - a. Melakukan pemeriksaan dan pengujian asumsi distribusi normal.
 - b. Membuat peta kendali S . Jika terdapat pengamatan yang *out of control*, mencari penyebab masalah dengan melakukan tinjauan kembali pada data masa lalu kemudian membuat peta kendali S baru dengan mengeluarkan pengamatan yang *out of control* tersebut. Setelah peta kendali S terkendali, kemudian membuat peta kendali \bar{x} . Jika terdapat pengamatan yang *out of control*, mencari penyebab masalah dengan melakukan tinjauan kembali pada data masa

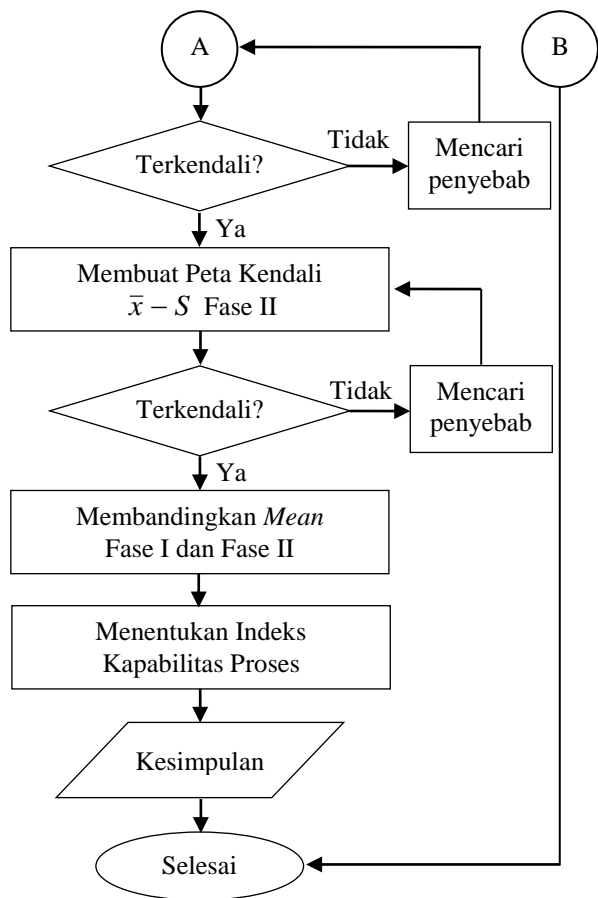
lalu kemudian membuat peta kendali \bar{x} baru dengan mengeluarkan pengamatan yang *out of control* tersebut.

4. Membuat diagram *ishikawa* untuk mengidentifikasi akar penyebab dari pengamatan yang *out of control*.
5. Membandingkan *mean* dua populasi.
6. Menghitung indeks kapabilitas proses untuk karakteristik kualitas variabel.
7. Menginterpretasi hasil analisis data.
8. Menarik kesimpulan.

Diagram alir penelitian berdasarkan karakteristik kualitas variabel ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini dilakukan pembahasan pengendalian kualitas statistika, mengidentifikasi penyebab utama ketidaksesuaian, dan menentukan indeks kapabilitas proses produksi *Hinged Spring* di PT. X berdasarkan data yang diperoleh pada periode April 2017 tanggal 3 – 14 untuk fase I dan tanggal 17 – 28 untuk fase II. Namun sebelumnya dilakukan identifikasi karakteristik data yang diperoleh menggunakan statistika deskriptif. Analisis dan pembahasan pada masing-masing analisis dijelaskan sebagai berikut.

4.1 Karakteristik Data

Data pengamatan pada Lampiran 1 dapat dideskripsikan karakteristik *angle* dalam *Hinged Spring*, berdasarkan hasil analisis statistika deskriptif pada Lampiran 2 yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik Data *Angle* Dalam

Variabel	Rata-rata (derajat)	Varians	Minimum (derajat)	Maksimum (derajat)	Spesifikasi (derajat)
Fase I	90,530	0,0608	89,850	91,480	89 – 91
Fase II	90,532	0,0617	89,680	91,380	89 – 91

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata *angle* dalam *Hinged Spring* pada fase I sebesar 90,530 derajat sedangkan pada fase II sebesar 90,532 derajat. Keragaman terbesar terjadi pada fase II dikarenakan pada tanggal 17 – 28 April 2017 keragaman data cenderung besar.

Informasi yang diperoleh pada Tabel 4.1, berdasarkan fase dengan melihat nilai rata-rata *angle* dalam dapat diketahui bahwa hasil produksi *Hinged Spring* telah berada dalam batas spesifikasi perusahaan. Namun jika dilihat dari nilai minimum dan maksimum, *angle* dalam berada di luar batas spesifikasi. Hal ini mengidentifikasikan bahwa masih terdapat produk yang tidak sesuai yaitu *angle* dalam berada dalam kualitas tidak baik.

4.2 Pengendalian Kualitas Statistika

Pengendalian kualitas statistika produk *Hinged Spring* menggunakan data pada Lampiran 1 berdasarkan karakteristik kualitas yang telah dijelaskan pada Bab III. Metode yang digunakan yaitu peta kendali $\bar{x} - S$. Sebelum dilakukan analisis pengendalian kualitas statistika, data harus memenuhi asumsi distribusi normal. Pembahasan masing-masing analisis adalah sebagai berikut.

4.2.1 Pengendalian Kualitas Statistika *Angle* Dalam Fase I

Pengendalian kualitas statistika produk *Hinged Spring* pada fase I yaitu tanggal 3 – 14 April 2017 dijelaskan sebagai berikut.

a. Asumsi Distribusi Normal

Pemeriksaan dan pengujian asumsi distribusi normal dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Hasil pemeriksaan dan pengujian asumsi distribusi normal dengan metode *Kolmogorov-Smirnov* berdasarkan data pada Lampiran 1 dengan menggunakan Persamaan 2.1 adalah sebagai berikut.

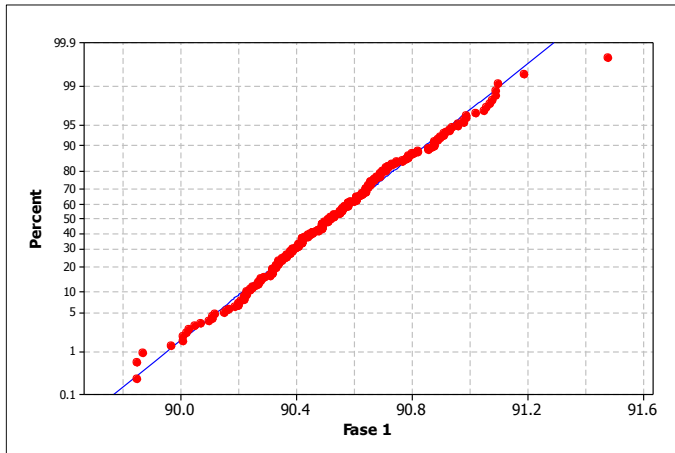
H_0 : $F(x) = F_0(x)$ (Data fase I berdistribusi normal)

H_1 : $F(x) \neq F_0(x)$ (Data fase I tidak berdistribusi normal)

Pada taraf signifikan (α) sebesar 0,05 maka H_0 ditolak jika $D > D_{\alpha,n}$ dan $P\text{-value} < \alpha$. Berdasarkan Lampiran 6 diperoleh nilai tabel $D_{0,05;300}$ sebesar 0,079. Hasil statistik uji diperoleh nilai *Kolmogorov-Smirnov* (D) berdasarkan Lampiran 4 sebesar 0,046 dan $P\text{-value}$ sebesar 0,120.

Berdasarkan daerah penolakan yang digunakan, maka diputuskan H_0 gagal ditolak sehingga dapat diperoleh kesimpulan bahwa data pada fase I berdistribusi normal. Selain menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov*, dilihat pula secara visual melalui Gambar 4.1.

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa plot-plot pengamatan mengikuti garis normal sehingga dapat diperoleh kesimpulan bahwa data pada fase I berdistribusi normal.



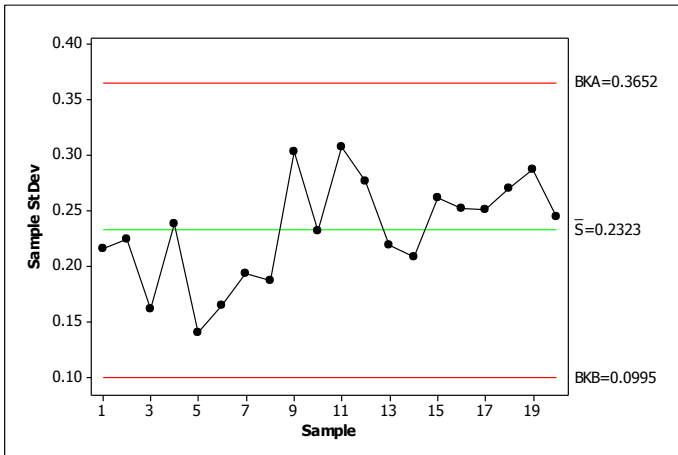
Gambar 4.1 Scatterplot Distribusi Normal Fase I

b. Peta Kendali S

Peta kendali $\bar{x} - S$ digunakan pada karakteristik kualitas variabel dimana masing-masing subgrup menggunakan ukuran sampel 15. Pengendalian kualitas statistika dilakukan dengan dua tahap yaitu pengendalian terhadap variabilitas menggunakan peta S dan pengendalian terhadap *mean* proses menggunakan peta \bar{x} . Dalam melakukan pengendalian, variabilitas proses harus terkendali dahulu sebelum mengendalikan *mean* proses.

Peta kendali S digunakan untuk mengetahui apakah varians proses telah terkendali secara statistik, dimana jumlah subgrup sebanyak 20 data pada Lampiran 1 dan batas kendali menggunakan Persamaan 2.15 ditunjukkan pada Gambar 4.2.

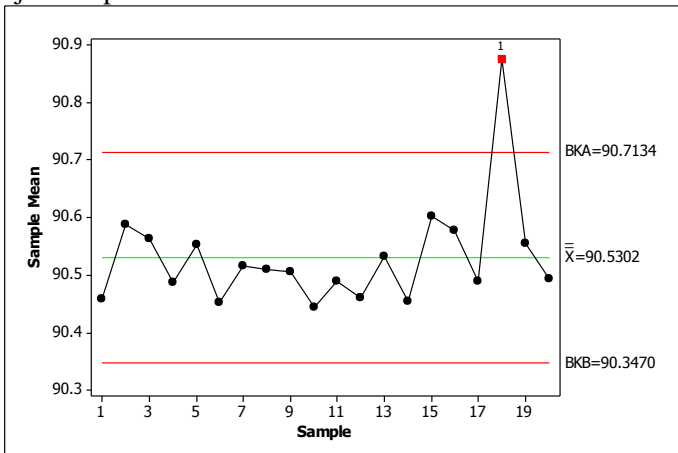
Gambar 4.2 menunjukkan bahwa rata-rata varians *angle* dalam *Hinged Spring* pada fase I sebesar 0,2323, batas kendali atas sebesar 0,3652 dan batas kendali bawah sebesar 0,0995. Pada peta kendali S tersebut tidak ada pengamatan yang keluar dari batas kendali. Namun peta kendali S diatas tidak membentuk pola tertentu sehingga dapat disimpulkan bahwa varians proses telah terkendali secara statistik.



Gambar 4.2 Peta Kendali S Fase I

c. **Peta Kendali \bar{x}**

Selanjutnya dapat dilakukan pengendalian *mean* proses dengan peta kendali \bar{x} menggunakan Persamaan 2.20 yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



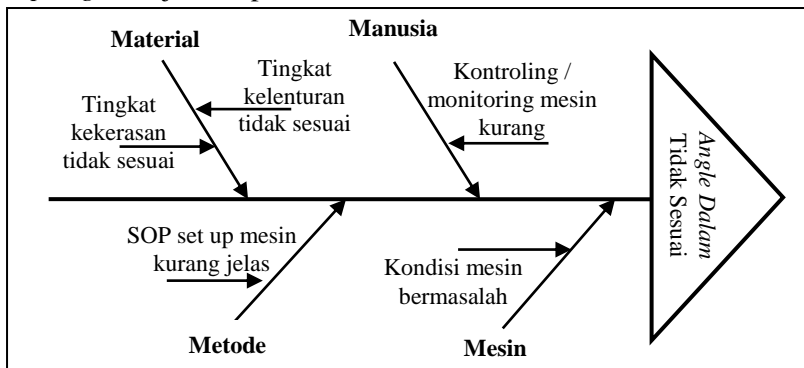
Gambar 4.3 Peta Kendali \bar{x} Fase I

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa terdapat 1 pengamatan yang keluar dari batas kendali dengan rata-rata *angle* dalam

Hinged Spring pada fase I sebesar 90,5302 derajat, batas kendali atas sebesar 90,7134 derajat dan batas kendali bawah sebesar 90,3470 derajat. Pengamatan yang keluar tersebut yaitu pada *shift* 18. Hal ini menunjukkan bahwa *mean* proses belum terkendali secara statistik sehingga perlu dilakukan analisis dengan mencari penyebab tidak terkendalnya *mean* proses menggunakan diagram *ishikawa*.

d. Diagram *Ishikawa*

Diagram *ishikawa* yang dibuat mengacu pada konsep 4M+1L namun tidak semua faktor menjadi penyebabnya sehingga hanya digunakan beberapa faktor saja. Pembuatan diagram *ishikawa* ini didasarkan pada peninjauan dari pihak perusahaan terhadap jenis ketidaksesuaian yang terjadi. Hasil identifikasi penyebab *out of control* dari *angle* dalam pada produk *Hinged Spring* ditunjukkan pada Gambar 4.4.



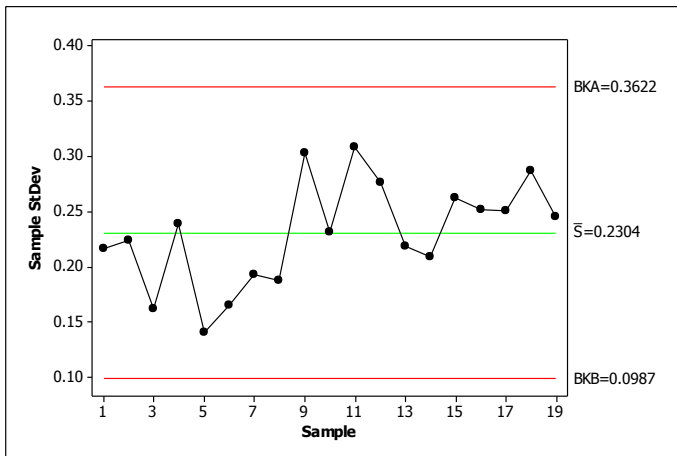
Gambar 4.4 Diagram *Ishikawa* *Angle Dalam*

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa *angle* dalam pada *Hinged Spring* tidak sesuai disebabkan karena faktor manusia, material, mesin dan metode. Karyawan yang kurang dalam monitoring atau kontroling mesin yang sedang berjalan diidentifikasi sebagai penyebab pada faktor manusia. Pada faktor material, tingkat kekerasan dan kelenturan bahan baku yang tidak sesuai spesifikasi perusahaan dapat menyebabkan *angle* dalam tidak sesuai. Akar penyebab dari metode yaitu SOP atau teknis set up

mesin yang kurang jelas membuat karyawan salah mengambil keputusan sehingga menyebabkan *angle* dalam tidak sesuai. Faktor mesin diketahui bahwa kondisi mesin yang sedang bermasalah karena kurang pengawasan dari karyawan menghasilkan *angle* dalam yang tidak sesuai. Jika tidak dilakukan perbaikan berdasarkan penyebab atau akar permasalahan yang telah diketahui, hal ini dapat menyebabkan karakteristik perakitan *Hinged Spring* menjadi tidak sesuai sehingga mengurangi kepuasan konsumen.

e. Peta Kendali *S* Perbaikan

Kemudian melakukan perbaikan peta kendali varians dan *mean* proses dengan mengeluarkan sampel pada *shift* 18 tersebut dari pengamatan. Hasil perbaikan peta kendali ditunjukkan pada Gambar 4.5.

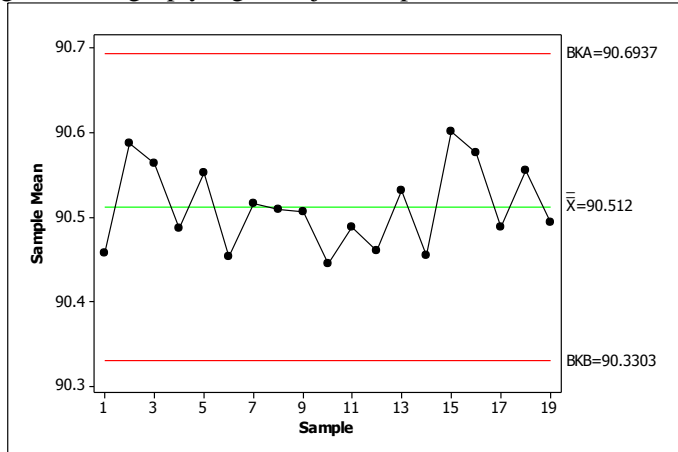


Gambar 4.5 Peta Kendali *S* Fase I Perbaikan

Gambar 4.5 merupakan peta kendali *S* dengan 19 subgrup yaitu tanpa pengamatan *shift* 18 dengan rata-rata varians sebesar 0,2304. Batas kendali baru yang diperoleh yaitu batas kendali atas sebesar 0,3622 dan batas kendali bawah sebesar 0,0987. Dari peta kendali *S*, semua pengamatan berada dalam batas kendali dan plot tidak membentuk pola tertentu sehingga dapat disimpulkan varians proses telah terkendali secara statistik.

f. Peta Kendali \bar{x}

Selanjutnya melakukan analisis peta kendali *mean* proses dengan 19 subgrup yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Peta Kendali \bar{x} Fase I Perbaikan

Gambar 4.6 menunjukkan sudah tidak ada pengamatan yang keluar dari batas kendali dengan rata-rata *angle* dalam *Hinged Spring* pada fase I sebesar 90,5120 derajat, batas kendali atas sebesar 90,6937 derajat dan batas kendali bawah sebesar 90,3303 derajat. Diketahui pula bahwa plot-plot pengamatan tidak membentuk pola tertentu sehingga dapat disimpulkan *mean* proses telah terkendali secara statistik.

Berdasarkan hasil analisis peta kendali varians dan *mean* proses *angle* dalam *Hinged Spring* maka pada fase I telah terkendali secara statistik dengan 19 pengamatan. Selanjutnya batas kendali pada fase I digunakan untuk memonitoring fase II.

4.2.2 Pengendalian Kualitas Statistika *Angle* Dalam Fase II

Pengendalian kualitas statistika produk *Hinged Spring* pada fase II yaitu tanggal 17 – 28 April 2017 dijelaskan sebagai berikut.

a. Asumsi Distribusi Normal

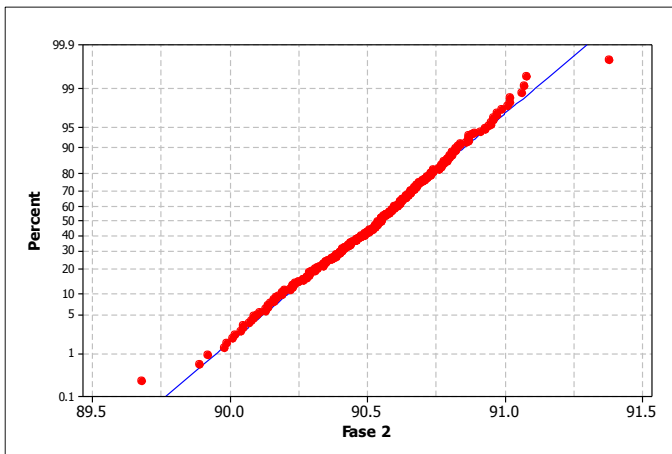
Pemeriksaan dan pengujian asumsi distribusi normal dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Hasil pemeriksaan dan pengujian asumsi distribusi normal dengan metode *Kolmogorov-Smirnov* berdasarkan data pada Lampiran 1 dengan menggunakan Persamaan 2.1 adalah sebagai berikut.

H_0 : $F(x) = F_0(x)$ (Data fase II berdistribusi normal)

H_1 : $F(x) \neq F_0(x)$ (Data fase II tidak berdistribusi normal)

Pada taraf signifikan (α) sebesar 0,05 maka H_0 ditolak jika $D > D_{\alpha;n}$ dan $P\text{-value} < \alpha$. Berdasarkan Lampiran 6 diperoleh nilai tabel $D_{0,05;300}$ sebesar 0,079. Hasil statistik uji diperoleh nilai *Kolmogorov-Smirnov* (D) berdasarkan Lampiran 4 sebesar 0,049 dan $P\text{-value}$ sebesar 0,076.

Berdasarkan daerah penolakan yang digunakan, maka diputuskan H_0 gagal ditolak sehingga dapat diperoleh kesimpulan bahwa data pada fase II berdistribusi normal. Selain menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov*, dilihat pula secara visual melalui Gambar 4.7.



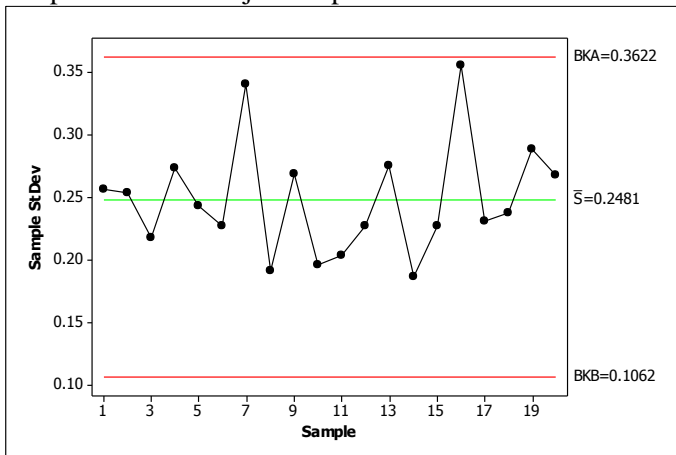
Gambar 4.7 Scatterplot Distribusi Normal Fase II

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa plot-plot pengamatan mengikuti garis normal sehingga dapat diperoleh kesimpulan bahwa data pada fase II berdistribusi normal.

c. Peta Kendali S

Peta kendali $\bar{x} - S$ digunakan pada karakteristik kualitas variabel dimana masing-masing subgrup menggunakan ukuran sampel 15. Pengendalian kualitas statistika dilakukan dengan dua tahap yaitu pengendalian terhadap variabilitas menggunakan peta S dan pengendalian terhadap *mean* proses menggunakan peta \bar{x} . Dalam melakukan pengendalian, variabilitas proses harus terkendali dahulu sebelum mengendalikan *mean* proses.

Peta kendali S digunakan untuk mengetahui apakah varians proses telah terkendali secara statistik, dimana jumlah subgrup sebanyak 20 data pada Lampiran 1 dan menggunakan batas kendali pada fase I ditunjukkan pada Gambar 4.8.



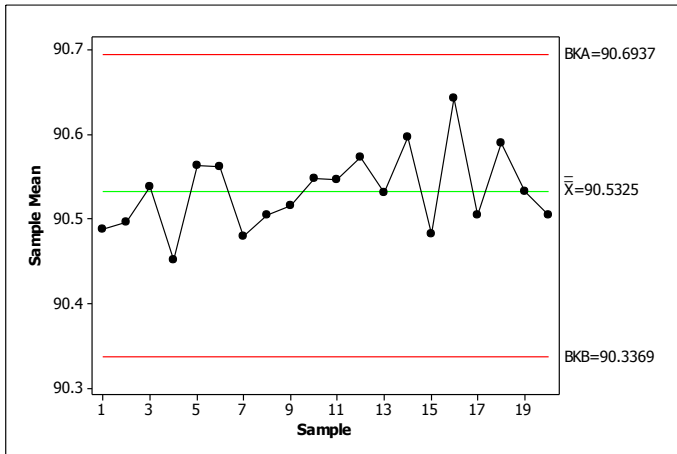
Gambar 4.8 Peta Kendali S Fase II

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa tidak ada pengamatan yang keluar dari batas kendali dengan batas kendali pada fase I yaitu rata-rata varians *angle* dalam *Hinged Spring* pada fase II sebesar 0,2481, batas kendali atas sebesar 0,3622 dan batas kendali bawah sebesar 0,1062. Peta kendali S diatas tidak

membentuk pola tertentu sehingga dapat disimpulkan bahwa varians proses telah terkendali secara statistik.

d. Peta Kendali \bar{x}

Selanjutnya dilakukan pengendalian *mean* proses dengan peta kendali \bar{x} menggunakan Persamaan 2.20 yang ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Peta Kendali \bar{x} Fase II

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa berdasarkan batas kendali pada fase I yaitu rata-rata *angle* dalam *Hinged Spring* pada fase II sebesar 90,5325 derajat, batas kendali atas sebesar 90,6937 derajat dan batas kendali bawah sebesar 90,3369 derajat, tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali dan plot-plot pengamatan tidak membentuk pola tertentu sehingga dapat disimpulkan bahwa *mean* proses telah terkendali secara statistik.

Berdasarkan hasil analisis peta kendali varians dan *mean* proses *angle* dalam *Hinged Spring* maka pada fase II telah terkendali secara statistik dengan 20 pengamatan.

4.3 Membandingkan Mean Dua Populasi

Analisis yang digunakan untuk membandingkan *mean* proses dua populasi antara fase I dan fase II yaitu uji dua sampel independen. Hasil analisis *t-test* ini digunakan untuk menentukan

apakah terjadi pergeseran *mean* proses antara fase I dan fase II. Penjelasan hasil analisis berdasarkan data Lampiran 1 menggunakan Persamaan 2.23 adalah sebagai berikut.

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ (Tidak ada pergeseran *mean* proses antara fase I dan fase II)

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ (Ada pergeseran *mean* proses antara fase I dan fase II)

Berdasarkan Lampiran 3 diperoleh nilai t sebesar 1,34 dan nilai P -value sebesar 0,189. Dengan menggunakan taraf signifikan (α) sebesar 0,05 maka H_0 ditolak jika $t > t_{(0,025;37)}$ dan $P\text{-value} < \alpha$. Berdasarkan tabel t pada Lampiran 6 diperoleh nilai $t_{(0,025;37)}$ sebesar 2,026. Dari hasil analisis maka diperoleh keputusan H_0 gagal ditolak yang berarti tidak ada pergeseran *mean* proses antara fase I dan fase II.

4.4 Indeks Kapabilitas Proses

Indeks kapabilitas proses digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi *Hinged Spring* telah kapabel atau tidak. Kapabilitas proses dapat dilakukan setelah proses terkendali secara statistik. Indeks kapabilitas proses yang digunakan yaitu C_p dan C_{pk} untuk karakteristik kualitas *angle* dalam. Pembahasan analisis kapabilitas proses pada fase I dan fase II periode April 2017 dengan karakteristik kualitas variabel adalah sebagai berikut.

4.4.1 Penentuan Indeks Kapabilitas Proses

Data yang digunakan untuk kapabilitas proses adalah data hasil pemeriksaan *angle* dalam *Hinged Spring* fase I dan fase II yang telah terkendali secara statistika dengan peta kendali. Hasil analisis kapabilitas proses variabel (C_p dan C_{pk}) untuk *angle* dalam berdasarkan data Lampiran 1 dengan menggunakan Persamaan 2.21 dan 2.22 ditunjukkan pada Tabel 4.2 berdasarkan Lampiran 5.

Tabel 4.2 Kapabilitas Proses

Indeks	Fase I	Fase II
Cp	1,42	1,32
Cpk	0,69	0,62

Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa pada fase I nilai Cp sebesar 1,42 yang lebih dari 1 sehingga dikatakan bahwa data homogen. Selain nilai Cp, diketahui nilai Cpk sebesar 0,69 yang kurang dari 1 sehingga dikatakan bahwa tingkat akurasi rendah atau data tidak memenuhi target. Dapat disimpulkan bahwa *angle* dalam *Hinged Spring* pada fase I homogen dan kurang akurat terhadap nilai spesifikasi sehingga proses tidak kapabel.

Pada fase II nilai Cp sebesar 1,32 yang lebih dari 1 sehingga dikatakan bahwa data homogen. Selain nilai Cp, diketahui nilai Cpk sebesar 0,62 yang kurang dari 1 sehingga dikatakan bahwa tingkat akurasi rendah atau data tidak memenuhi target. Dapat disimpulkan bahwa *angle* dalam *Hinged Spring* pada fase II homogen dan kurang akurat terhadap nilai spesifikasi sehingga proses tidak kapabel.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan tentang kapabilitas proses produk *Hinged Spring* di PT. X maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Dilihat dari indeks kapabilitas proses, antara fase I dan fase II masih jauh dari kapabel artinya proses produksi *Hinged Spring* belum mampu mencapai spesifikasi yang telah ditentukan perusahaan, dimana fase I dengan Cp sebesar 1,42 dan Cpk sebesar 0,69, fase II dengan Cp sebesar 1,32 dan Cpk sebesar 0,62.
2. Akar penyebab terjadinya ketidaksesuaian pada produk *Hinged Spring* cenderung diakibatkan oleh kondisi mesin yang sedang bermasalah ketika bekerja dan metode set up mesin yang kurang jelas menyebabkan karyawan salah dalam mengambil keputusan sehingga berakibat ke hasil produk yang tidak sesuai.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dijelaskan, maka saran yang dapat diberikan oleh peneliti untuk PT. X adalah sebagai berikut.

1. PT. X perlu melakukan perbaikan berkesinambungan berdasarkan penyebab-penyebab *out of control* yaitu kondisi mesin yang sedang bermasalah ketika bekerja dan metode set up mesin yang kurang jelas agar dapat meningkatkan produktivitas dan mempertahankan kemampuan proses.
2. Karena *Hinged Spring* yang tidak sesuai disebabkan oleh mesin, maka sebaiknya melakukan pemeriksaan secara periodik sebelum proses produksi berjalan dan memonitoring kondisi mesin secara presisi.

3. Karena *Hinged Spring* yang tidak sesuai disebabkan oleh metode, maka sebaiknya dilakukan kajian ulang atau revisi tentang SOP yang ada di perusahaan.
4. Karena *Hinged Spring* yang tidak sesuai disebabkan oleh karyawan, maka sebaiknya memberikan pelatihan khusus agar dapat bekerja secara optimal dan terus memantau kinerja agar dapat meminimalisir produk yang tidak sesuai.
5. Karena *Hinged Spring* yang tidak sesuai disebabkan oleh material, maka sebaiknya melakukan pemantauan material khususnya dari segi kekerasan dan kelenturan material sehingga kualitas material tetap terjaga baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Daniel, W. 1989. *Statistik Non Parametrik Terapan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Montgomery, Douglas C. 2009. *Introduction to Statistical Quality Control Sixth Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Pyzdek, T. and Keller, P. A. 2003. *The Six Sigma Handbook*. New York: McGraw-Hill Companies.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil pemeriksaan karakteristik kualitas *angle* dalam produk *Hinged Spring* periode bulan April 2017

Tanggal	Shift	Sampel ke-				Rata-rata	Standar Deviasi
		1	2	...	15		
3	1	90,63	90,34	...	90,61	90,458	0,216
	2	90,53	90,59	...	90,74	90,587	0,224
4	3	90,51	90,39	...	90,42	90,563	0,162
	4	90,69	90,23	...	90,57	90,487	0,238
5	5	90,71	90,58	...	90,4	90,553	0,140
	6	90,27	90,35	...	90,28	90,453	0,165
6	7	90,46	90,42	...	90,77	90,517	0,193
	8	90,42	90,63	...	90,28	90,509	0,187
7	9	90,49	90,5	...	90,94	90,506	0,303
	10	90,33	90,25	...	90,56	90,445	0,232
10	1	90,58	90,29	...	90,58	90,489	0,308
	2	90,65	89,97	...	90,39	90,461	0,276
11	3	91,06	90,52	...	90,79	90,532	0,218
	4	90,5	90,53	...	90,71	90,455	0,208
12	5	90,41	91,09	...	90,71	90,601	0,262
	6	90,57	90,62	...	90,64	90,577	0,252
13	7	90,79	90,64	...	90,93	90,489	0,251
	8	90,68	90,98	...	91,19	90,875	0,270
14	9	90,27	90,86	...	90,37	90,555	0,287
	10	90,5	90,58	...	90,49	90,493	0,245

Lampiran 1. Data hasil pemeriksaan karakteristik kualitas *angle* dalam produk *Hinged Spring* periode bulan April 2017 (Lanjutan)

Tanggal	Shift	Sampel ke-				Rata-rata	Standar Deviasi
		1	2	...	15		
17	1	89,92	90,41	...	90,19	90,487	0,256
	2	90,72	90,46	...	90,3	90,497	0,254
18	3	90,19	90,38	...	90,83	90,538	0,218
	4	90,25	90,05	...	90,54	90,451	0,273
19	5	90,69	90,67	...	90,84	90,563	0,243
	6	90,64	90,36	...	90,54	90,561	0,227
20	7	90,55	90,68	...	90,57	90,479	0,340
	8	90,63	90,96	...	90,48	90,505	0,191
21	9	90,93	90,42	...	90,68	90,516	0,269
	10	90,19	90,82	...	90,7	90,547	0,196
24	1	90,4	90,78	...	90,54	90,547	0,203
	2	90,14	90,64	...	90,55	90,573	0,227
25	3	90,78	90,04	...	90,05	90,531	0,276
	4	90,56	90,63	...	90,87	90,597	0,187
26	5	90,15	90,89	...	90,44	90,483	0,227
	6	90,52	90,72	...	90,97	90,643	0,356
27	7	90,13	90,62	...	90,09	90,504	0,231
	8	90,81	90,44	...	90,68	90,590	0,238
28	9	90,67	90,71	...	90,78	90,533	0,289
	10	90,59	90,62	...	90,55	90,505	0,267

Lampiran 2. *Output* hasil analisis statistika deskriptif karakteristik *angle* dalam

Descriptive Statistics: Fase 1, Fase 2, Total

Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
Fase 1	90.530	0.0608	89.850	91.480
Fase 2	90.532	0.0617	89.680	91.380

Lampiran 3. *Output* hasil analisis dua sampel independen (*t-test*)

Two-Sample T-Test and CI: Iterasi Fase I, Fase II

Two-sample T for Iterasi Fase I vs Fase II

	N	Mean	StDev	SE Mean
Iterasi Fase I	19	90.5120	0.0491	0.011
Fase II	20	90.5325	0.0466	0.010

Difference = mu (Iterasi Fase I) - mu (Fase II)

Estimate for difference: -0.0205

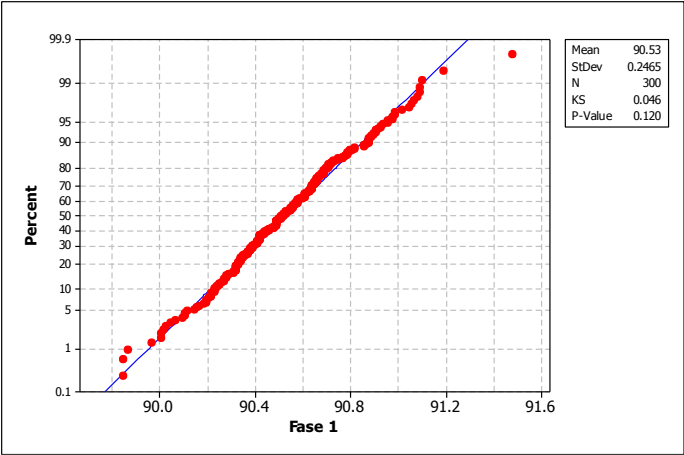
95% CI for difference: (-0.0516, 0.0106)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1.34 P-Value = 0.189 DF = 37

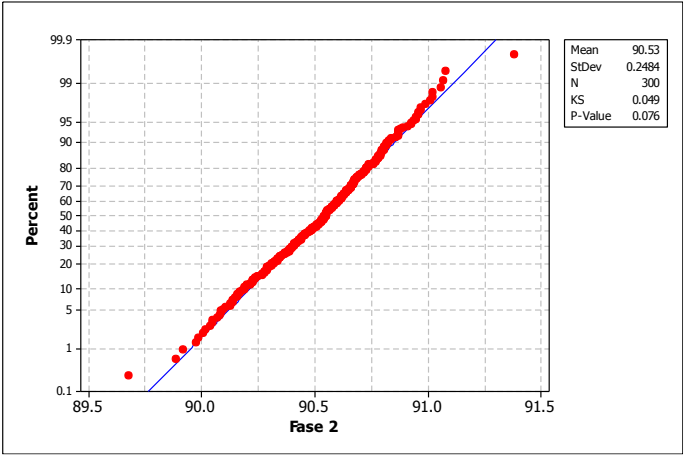
Both use Pooled StDev = 0.0478

Lampiran 4. *Output* hasil analisis asumsi distribusi normal

Fase I

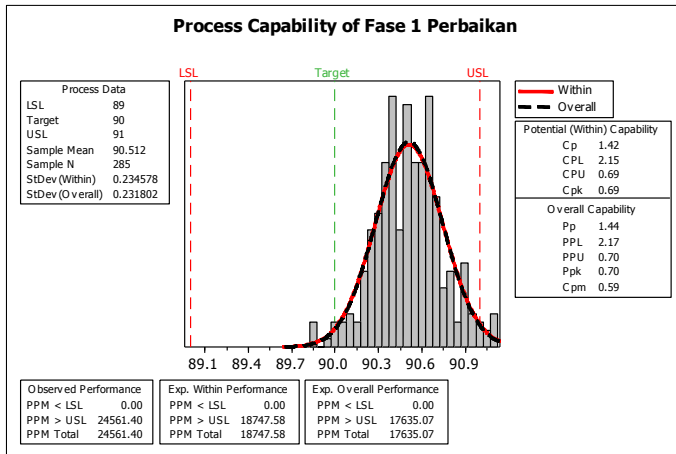


Fase II

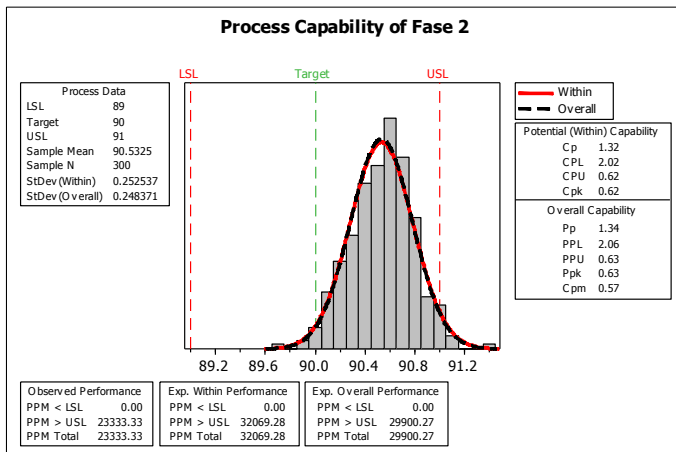


Lampiran 5. Perhitungan analisis kapabilitas proses produk *Hinged Spring*

Fase I



Fase II



Lampiran 6. Tabel *Kolmogorv-Smirnov*

n	Uji Satu Sisi				
	p=0,90	0,95	0,975	0,99	0,995
	Uji Dua Sisi				
	p=0,80	0,9	0,95	0,98	0,99
1	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
2	0,684	0,776	0,842	0,900	0,929
3	0,565	0,636	0,708	0,785	0,829
4	0,493	0,565	0,624	0,689	0,734
5	0,447	0,509	0,563	0,627	0,669
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
296	0,062	0,071	0,079	0,088	0,095
297	0,062	0,071	0,079	0,088	0,095
298	0,062	0,071	0,079	0,088	0,094
299	0,062	0,071	0,079	0,088	0,094
300	0,062	0,070	0,079	0,088	0,094

Lampiran 7. Tabel Distribusi *t*

db	α					
	0,25	0,20	0,10	0,05	0,025	0,01
1	1,000	1,376	3,078	6,314	12,706	31,821
2	0,816	1,061	1,886	2,920	4,303	6,965
3	0,765	0,978	1,638	2,353	3,182	4,541
4	0,741	0,941	1,533	2,132	2,776	3,747
5	0,727	0,920	1,476	2,015	2,571	3,365
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
30	0,683	0,844	1,310	1,697	2,042	2,457
36	0,681	0,852	1,306	1,688	2,028	2,434
37	0,681	0,851	1,305	1,687	2,026	2,431
38	0,681	0,851	1,304	1,686	2,024	2,429
39	0,681	0,851	1,304	1,685	2,023	2,426
40	0,681	0,851	1,303	1,684	2,021	2,423

Lampiran 8. Tabel Faktor Guna Membentuk Grafik Pengendali Variabel

Observasi dalam sampel, n	Grafik Rata-rata				Grafik Standar Deviasi			
	Faktor untuk Batas Kendali			Faktor untuk Garis Tengah	Faktor untuk Batas Kendali			
	A	A ₂	A ₃	c ₄	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆
2	2,121	1,880	2,659	0,798	0,000	3,267	0,000	2,606
3	1,732	1,023	1,954	0,886	0,000	2,568	0,000	2,276
4	1,500	0,729	1,628	0,921	0,000	2,266	0,000	2,088
5	1,342	0,577	1,427	0,940	0,000	2,089	0,000	1,964
6	1,225	0,483	1,287	0,952	0,030	1,970	0,029	1,874
7	1,134	0,419	1,182	0,959	0,118	1,882	0,113	1,806
8	1,061	0,373	1,099	0,970	0,185	1,815	0,179	1,751
9	1,000	0,337	1,032	0,969	0,239	1,761	0,232	1,707
10	0,949	0,308	0,975	0,973	0,284	1,716	0,276	1,669
11	0,905	0,285	0,927	0,975	0,321	1,679	0,313	1,637
12	0,866	0,266	0,886	0,978	0,354	1,646	0,346	1,610
13	0,832	0,249	0,850	0,979	0,382	1,618	0,374	1,585
14	0,802	0,235	0,817	0,981	0,406	1,594	0,399	1,563
15	0,775	0,223	0,789	0,982	0,428	1,572	0,421	1,544
16	0,750	0,212	0,763	0,984	0,448	1,552	0,440	1,526
17	0,728	0,203	0,739	0,985	0,466	1,534	0,458	1,511
18	0,707	0,194	0,718	0,985	0,482	1,518	0,475	1,496
19	0,688	0,187	0,698	0,986	0,497	1,503	0,490	1,483
20	0,671	0,180	0,680	0,987	0,510	1,490	0,504	1,470
21	0,655	0,173	0,663	0,988	0,523	1,477	0,516	1,459
22	0,640	0,167	0,647	0,988	0,534	1,466	0,528	1,448
23	0,626	0,162	0,633	0,989	0,545	1,455	0,539	1,438
24	0,612	0,157	0,619	0,989	0,555	1,445	0,549	1,429
25	0,600	0,153	0,606	0,990	0,565	1,435	0,559	1,420

Lampiran 9. Surat Keterangan Perusahaan

SURAT KETERANGAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

1. Mahasiswa Departemen Statistika Bisnis FVOKASI-ITS dengan identitas berikut :

Nama : Chang Budi Ariyadi

NRP : 1314 030 089

Telah mengambil data di instansi/perusahaan kami :

Nama Instansi : PT. Omron Manufacturing of Indonesia

Divisi/Bagian : *Quality Control*

Bulan April 2017 untuk keperluan Tugas Akhir/Final Project Semester Genap 2016/2017.

2. ~~Tidak Keberatan~~ / Keberatan* nama perusahaan dicantumkan dalam Tugas Akhir/Final Project mahasiswa Statistika Bisnis yang akan disimpan di Perpustakaan ITS dan dibaca di lingkungan ITS.

3. ~~Tidak Keberatan~~ / Keberatan* bahwa hasil analisis data dari perusahaan dipublikasikan dalam E-journal yaitu Jurnal Sains dan Seni ITS.

Bekasi, 27 Mei 2017

Supervisor *Quality Control*

PT OMRON MANUFACTURING OF INDONESIA

(*Senja Budhi Kusuma*)

NIK 12011010.

*(Coret yang tidak perlu).

Lampiran 10. Surat Pernyataan Keaslian Data**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS :

Nama : Chang Budi Ariyadi

NRP : 1314 030 089

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data sekunder yang diambil dari PT. X Bekasi yaitu :

Sumber : Bidang *Quality Control* PT. X Bekasi

Keterangan : Data hasil pemeriksaan produk *Hinged Spring* periode bulan April 2017

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Surabaya, 07 Juli 2017

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

Yang Membuat
Pernyataan

(Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.)
NIP. 19610311 198701 2 001

(Chang Budi Ariyadi)
NRP. 1314 030 089

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Chang Budi Ariyadi, biasa dipanggil Chang jika dalam pergaulan atau Acang ketika di rumah. Penulis merupakan anak bungsu dari empat bersaudara yang lahir di Tulungagung pada tanggal 17 April 1996. Penulis telah

menyelesaikan studi Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Bandung Tulungagung tahun 2008, SMP Negeri 1 Bandung Tulungagung tahun 2011, SMA Negeri 1 Gondang Tulungagung tahun 2014, dan melanjutkan studi Diploma III Departemen Statistika Bisnis ITS tahun 2014 dengan NRP 1314030089. Penulis memiliki hobi bermain futsal dan mudah bergaul dengan siapapun.

Penulis aktif mengikuti organisasi, pelatihan dan kepanitiaan selama masa perkuliahan. Organisasi yang diikuti oleh penulis yaitu Himpunan Mahasiswa Diploma Statistika ITS sebagai staf Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa periode 2015/2016 dan ketua biro kaderisasi Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa Periode 2016/2017. Penulis juga aktif dalam Tim Futsal Putra HIMADATA-ITS dan menjadi bagian dari Pemandu ITS. Cukup banyak pelatihan dan kepanitiaan yang diikuti oleh penulis sehingga tidak bisa disebutkan satu per satu. Penulis memiliki motto dalam hidup yaitu *“Learn Today, Lead Tomorrow”* 😊 .

Informasi dan komunikasi lebih lanjut dengan penulis dapat menghubungi :

Email : cbudiariyadi@gmail.com

ID Line, IG : changbudiariyadi

Phone, WA : +6281252434396

Halaman ini sengaja dikosongkan